

THESIS

MUNICH

1967

DER SAUERSTOFFVERBRAUCH IN RUHE
(GRUNDUMSATZ)
BEI GESUNDEN MÄNNERN UND FRAUEN
IM VERGLEICH ZU DEN IN DER LITERATUR
BESCHRIEBENEN MESSGRÖSSEN

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

Karin Ahlers

DER SAUERSTOFFVERBRAUCH IN RUHE
(GRUNDUMSATZ)
BEI GESUNDEN MÄNNERN UND FRAUEN
IM VERGLEICH ZU DEN IN DER LITERATUR
BESCHRIEBENEN MESSGRÖSSEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Karin Ahlers
geb. Wille
aus Stettin

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Prof. Dr. N. ZÖLLNER
Korreferent:	Prof. Dr. W. SEITZ
Dekan:	Prof. Dr. M. KIESE

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 7. 1967

M E I N E M V A T E R



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153723_0094

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

EINLEITUNG	7
HISTORISCHER ÜBERBLICK	8
METHODIK	21
DISKUSSION	30
ZUSAMMENFASSUNG	38
LITERATUR	40

EINLEITUNG

Der menschliche Organismus steht in einem ständigen Wechsel von Energieaufnahme und Energieabgabe. Der Energiebedarf wird durch die tägliche Nahrung und Sauerstoff aus der Atemluft gedeckt. Diese Energie wird im Organismus zum Teil gespeichert, zum Teil verbraucht bzw. als Wärme wieder abgegeben. Das Verhältnis zwischen Energieaufnahme und -abgabe bezeichnet man als Energiebilanz. Im Verlauf eines Tages sollte die Energiebilanz bei einem gesunden erwachsenen Menschen ausgeglichen sein, d.h. die Energieaufnahme sich mit der Abgabe decken. Eine positive Energiebilanz ist während des Wachstums und der Fettspeicherung zu erkennen; entsprechend läßt sich während des Hungerzustandes eine negative Bilanz feststellen.

Um die Energieabgabe des Körpers messen zu können, muß sich der Organismus in einem "steady state" befinden. Dieser Zustand ist dann gegeben, wenn ein Vorgang über eine gewisse Zeit hinweg konstant bleibt. Die Energieabgabe ändert sich aber im Laufe eines Tages ständig. Sie erreicht ein Minimum während des Schlafes, um nach dem Essen bzw. bei körperlicher Arbeit erheblich zuzunehmen. Daher sind Messungen des Energieumsatzes nur sinnvoll im steady state.

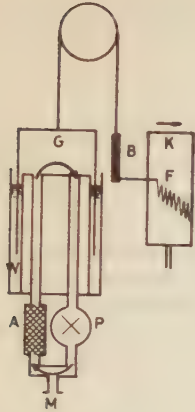
HISTORISCHER ÜBERBLICK

Die ersten Messungen der Energieabgabe gehen auf Lavoisier zurück (pers. Mitt. v. REICHEL), der bereits die beiden wichtigsten Methoden zur Energiemessung anwandte: die direkte sowie die indirekte oder gasanalytische Calorimetrie. Die ersten genaueren Methoden der direkten Calorimetrie wurden nach Rubner entwickelt (pers. Mitt. v. REICHEL). Er baute Calorimeter, in denen er den Energieumsatz von Tieren bis zur Größe eines Hundes messen konnte.

Der direkten Calorimetrie liegt die Tatsache zugrunde, daß der Mensch seine Energie als Wärme abgibt. In einem abgeschlossenen System kann die produzierte Wärme durch die Temperaturdifferenz, die während der Versuchsdauer auftritt, berechnet werden. Die aufgetretene Wärme wird durch ein von Wasser durchströmtes Rohrsystem abgeführt. Am Schluß des Versuches werden das gesamte Durchflußvolumen (V) und die Temperaturdifferenz (dT) zwischen dem einströmenden und ausströmenden Wasser gemessen. Die in der Zeiteinheit abgegebene Wärmemenge (q) ist dann: $q = dT \cdot V$ (cal). Während die Kleintier-Calorimeter nur geringen Aufwand erfordern, ist für den Menschen eine umfangreichere Apparatur notwendig. Die direkte Calorimetrie ist daher für klinische Zwecke ungeeignet.

Man bedient sich heute deshalb der indirekten oder gasanalytischen Calorimetrie. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die ersten Apparate für diese Messung gebaut. Es gibt zwei verschiedene Methoden der indirekten Calorimetrie. Um das ältere, offene System erwarben sich Zuntz und Geppert besondere Verdienste (zit. n. Lit. 6). Die Versuchsperson atmet normale atmosphärische Luft mit einem konstanten Sauerstoffgehalt von 20,9 Vol % ein; die Ausatmung erfolgt in einen Behälter (Douglassack oder Spirometer). Die ausgeatmete Luftmenge wird mit einer Gasuhr gemessen. Aus der gemessenen Sauerstoff-Differenz zwischen atmosphärischer und ausgeatmeter Luft läßt sich die Sauerstoff-Aufnahme während der Versuchszeit berechnen ($O_2 \text{ (cm}^3\text{)} = dO_2 \cdot V$). Das sogenannte Douglasverfahren, welches die Möglichkeit gibt, die Sauerstoff-Aufnahme auch während körperlicher Arbeit zu messen, findet heute noch Verwendung.

Bei dem geschlossenen System atmet die Versuchsperson über ein Ventilsystem Sauerstoff. Da das ausgeatmete Kohlendioxyd durch einen Absorber eliminiert wird, ergibt sich der Sauerstoffverbrauch aus der Volumenverminderung im Spirometer, die über einen Schreiber auf einem Kymographion angezeigt wird (Abbildung 1, Seite 9).



SCHEMA EINES SPIROMETERS
nach Krogh.

Legende:

- A: CO_2 -Absorber
- B: Gegengewicht
- F: Schreibfeder
- K: Kymograph
- M: Mundstück
- G: Glocke
- P: Pumpe
- W: Sperrwasser

Knipping (zit. n. Lit. 6) hat gezeigt, daß das Kohlendioxyd volumetrisch aus dem Absorber zu bestimmen ist. Das Verfahren ist jedoch recht umständlich, so daß man in den letzten Jahren meist auf die Messung der Kohlendioxydabgabe verzichtet hat.

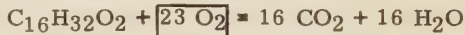
Der Apparat von Krogh hat den Nachteil, daß die Atemwiderstände sehr groß sind. Deshalb wird das Krogh'sche Spirometer heute in dieser Form nicht mehr verwendet. Knipping (zit. n. Lit. 6) und andere haben dieses Problem zum Teil beseitigt, indem sie die Atemwiderstände durch Umwälzpumpen verminderten. Bei diesen Spirometern wird der Sauerstoff der Versuchsperson durch ein Schlauchsystem zugeführt.

Um vom Sauerstoffverbrauch eines Organismus auf seinen Energiehaushalt Rückschlüsse ziehen zu können, bedarf es folgender Überlegungen: Die indirekte Calorimetrie beruht auf dem Grundsatz, daß die abgegebene Energie (Wärme) nur aus der Oxydation des Nahrungsmittelabbaus stammen kann. Um diese Energie freizusetzen, bedarf der Organismus des Sauerstoffs. Der Energiegewinn ist durch den verschiedenen Energiegehalt der Nahrungsstoffe (Eiweiß, Fette, Kohlehydrate) gegeben. Der Energiegehalt der Nahrungsstoffe ist diejenige Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung von einem Gramm Nahrung frei wird. Hierbei ist zu beachten, daß der physiologische Brennwert der Nahrungsstoffe tiefer liegt, als der physikalische. Die Ursache hierfür liegt darin, daß der Stickstoff des Eiweißes nicht bis NH_3 , wie im Calorimeter, verbrannt wird, sondern in Form von organischen Verbindungen (Harnstoff, Kreatin, Kreatinin) die noch Energie enthalten, ausgeschieden

wird. Außerdem wird ein Teil der Nahrungsstoffe ungenutzt im Darm wieder abgegeben. Der so ermittelte korrigierte Brennwert beträgt für

Fett	9 Kcal
Eiweiß	4 Kcal
Kohlehydrate	4 Kcal

Die Menge des aufgenommenen O_2 hängt ab von der Art der zu oxydierenden Stoffe. Den größten O_2 Verbrauch zur Verbrennung benötigt Fett, wenn man den Verbrauch auf ein Gramm bezieht. Um ein mol Fett abzubauen, ist viel mehr O_2 nötig als vergleichsweise für ein mol Kohlehydrate. Dieses wird sofort verständlich, wenn man die Bruttoformel der Fettsäuren mit der der Kohlehydrate vergleicht. Die Abbauprodukte beider Substanzen sind ausschließlich H_2O und CO_2 . Ein Rechenbeispiel soll dieses demonstrieren. Einen großen Teil unserer Nahrungsfette bildet die Stearinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$). Als Vergleichsbeispiel dient die Glucose ($C_6H_{12}O_6$).



Das Verhältnis der abgegebenen Kohlendioxydmenge und der aufgenommenen Sauerstoffmenge ist der Respiratorische Quotient (RQ). Er beträgt in unserem Falle für

$$\text{Fett} \quad RQ = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{23}{16} = 0,696$$

$$\text{Kohlehydrate} \quad RQ = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{6}{6} = 1,00$$

Da die Nahrungsfette ein Gemisch aus verschiedenen Fetten sind, ist der RQ für Fett nach Reichel (zit. n. Lit. 6) mit 0,71 anzusetzen. Für Kohlehydrate beträgt der RQ immer genau 1,00. Der RQ für Eiweiß ist 0,8. Da der Organismus aber nicht nur einen der drei Nahrungsstoffe allein, sondern alle drei gleichzeitig abbaut, müssen für die Berechnung des RQ die Anteile von Kohlehydraten, Fett und Eiweiß berücksichtigt werden. Der Eiweißanteil ergibt sich aus der Stickstoff-Ausscheidung im Harn. Da Eiweiß im Mittel 16 % Stickstoff enthält, ergibt die Multiplikation des ausgeschiedenen Stickstoffs mit 6,25 die oxydierte Eiweißmenge.

Werden die verbrauchte Sauerstoff- und Kohlendioxydmenge, die für die Oxydation des Eiweißes benötigt wurden, von der Gesamtmenge abgezogen, so ergibt sich der sogenannte "Nicht-Eiweiß-RQ". Aus diesem Wert werden die prozentualen Anteile der Kohlehydrate und Fette an der Nahrung bestimmt und somit auch der genaue RQ. Diese Rechnung ist jedoch sehr kompliziert. Für klinische Zwecke vereinfacht man daher

den Rechengang, indem man den Eiweißanteil der Nahrung mit 15 %, ihren Fettanteil mit 20 % und ihren Kohlehydrateanteil mit 65 % ansetzt (Anteile = Gewichtsanteile). Diese Zusammensetzung entspricht ungefähr unserer Nahrung. Es ergibt sich dann nach Reichel (zit. n. Lit. 6) ein mittlerer RQ von 0,85.

Die Angaben über den mittleren RQ schwanken beträchtlich. Zöllner gibt eine Streubreite des RQ bei Grundumsatzbedingungen von 0,785 - 0,800 an. Reichel nennt einen Durchschnittswert des RQ von 0,85 bei einem gesunden normal ernährten Erwachsenen in Mitteleuropa. Diese doch recht erheblichen Schwankungen sind durch die verschiedenen Ernährungsgewohnheiten bedingt. Bei vorwiegend animalischer Kost ist der RQ niedriger als bei vegetarischer Nahrung.

Für jeden RQ kann der dazugehörige Wärmewert errechnet werden. Zuntz und Schumberg (zit. n. Lit. 8) haben eine genaue Tabelle aufgestellt, die die Kalorien pro Liter Sauerstoff bei dem jeweils herrschenden RQ angibt. Die folgenden Werte sind dieser Tabelle entnommen.

TABELLE 1

Respiratorischer Quotient	Kalorien pro Liter Sauerstoff
0,71	4,690
0,75	4,739
0,80	4,801
0,85	4,862
0,90	4,924
0,95	4,985
1,00	5,047

Bei der Verbrennung von einem Liter Sauerstoff entsteht unter der Annahme eines RQ von 0,85 eine Energiemenge von 4,862 Kcal. Die Fehler, die bei dieser Vereinfachung entstehen, sind gering und können für klinische Zwecke ohne Bedenken vernachlässigt werden.

Um den Energiehaushalt eines Menschen beurteilen zu können, ist es notwendig, alle Personen unter den gleichen Bedingungen zu untersuchen. Voraussetzung dafür ist, daß der Energiestoffwechsel grundsätzlich morgens gemessen wird, wenn der Patient nüchtern ist. Außerdem werden die Patienten im allgemeinen dazu angehalten, am Abend zuvor kein Eiweiß zu sich zu nehmen, da der Eiweißstoffwechsel den Energiehaushalt noch bis zu 14 Stunden nach der letzten Mahlzeit beeinflusst (zit. n. Lit. 6). Eigene Erfahrungen haben gezeigt, daß geringer Fleischge-

muß am Vorabend keinen wesentlichen Einfluß auf den Energiehaushalt hat. Vor dem Versuch muß der Patient ruhig und ohne geistige oder körperliche Anstrengung für mindestens eine halbe Stunde liegen, wobei er weder frieren noch schwitzen darf. Grundumsatzbedingungen sind für die Patienten leicht einzuhalten, und deshalb für die Klinik gut geeignet. Die Energieabgabe, die unter diesen Bedingungen gemessen wird, ist der Grundumsatz, im folgenden nur noch GU genannt.

Die Definition des GU lautet nach Geigy:

"Der GU ist der Kalorienverbrauch eines nüchternen, körperlich und geistig ruhenden Menschen bei Zimmertemperatur (20°C). Er entspricht dem Grundstoffwechsel plus der Wärmeproduktion zur Erhaltung der Körpertemperatur plus dem Minimum an innerer Arbeit" (zit. n. Lit. 5).

Seit die Methoden der GU-Berechnung entwickelt worden sind, ist der Versuch unternommen worden, Normwerte für den GU aufzustellen. Trotz verschiedener Meßmethoden (die direkte und die indirekte Calorimetrie) stimmten die Ergebnisse genau überein. Du Bois (zit. n. Lit. 1) stellte fest, daß die Energieproduktion über 24 Stunden gemessen 985,93 Cal beträgt, wenn man die indirekte Kalorimetrie anwendet, und 986,33 Cal bei direkter Calorimetrie. Das ist eine Differenz von nur 0,004 %.

Die größte Schwierigkeit sahen die Autoren darin, das geeignete Bezugssystem (Körperoberfläche) zu finden. Rubner (zit. n. Lit. 8) erkannte zuerst die Abhängigkeit des GU von der Körperoberfläche (KO). Das Rubner'sche Oberflächengesetz besagt, daß bei Tieren der gleichen Art bei gleicher Temperatur der Stoffwechsel proportional der Körperoberfläche wächst. Für dieses Gesetz hat man bis heute noch keine befriedigende Erklärung gefunden.

Die ersten sorgfältigen Untersuchungen, die Körperoberfläche zu berechnen unternahm Meeh (zit. n. Lit. 1). Nach seiner Berechnung beträgt die KO:

$$\text{KO (dm}^2\text{)} = \text{Gewicht (Kg)}^{2/3} \times 12,312$$

Man berechnete die Kalorien, die ein Mensch in einer Stunde pro m^2 Körperoberfläche abgab. Diese Normwerte lagen jedoch zu hoch, so daß die Mech'sche Formel bald durch die sogenannte "Lineare Formel" ersetzt wurde (zit. n. Lit. 5):

Männer	$W = 66,473 + 13,751 G + 5,003 H - 6,7550 A$
Frauen	$W = 655,0955 + 9,5643 G + 1,8496 H - 4,675 A$

Hierbei bedeuten W die Totalkalorien in 24 Stunden, G das Gewicht in Kg, H die Größe in cm und A das Alter in Jahren.

Harris und Benedict (zit. n. Lit. 1) bestimmten den Grundumsatz mit Hilfe dieser Formel, und gaben für Männer einen mittleren Kalorien-

verbrauch von $40,7 \text{ Cal/m}^2$. Std. an. Für Frauen lag dieser Wert um rund 6 % niedriger. Dabei wurde nur nach den beiden Geschlechtern differenziert, während das Alter der untersuchten Personen noch unberücksichtigt blieb.

Weiterhin stellten Harris und Benedict fest (zit. n. Lit. 2), daß der GU jüngerer Patienten pro m^2 Körperoberfläche niedriger liegt als der GU älterer Patienten. Sie gaben dann neue Normwerte an, die nach dem Alter differenziert waren. Tabelle 2 gibt die Normwerte von Harris und Benedict wieder, die nicht nur das Geschlecht, sondern auch das Alter berücksichtigen (s. Tabelle 2, Seite 14).

Die Originaltabelle gibt den GU pro 24 Stunden an. Diese Werte wurden auf eine Stunde umgerechnet, um sie mit anderen Tabellen vergleichen zu können.

Besonders auffällig an dieser Tabelle ist die Tatsache, daß die Normwerte für Frauen im Alter von 35 bis 44 Jahren höher liegen als die der Männer gleicher Altersgruppe. Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit denen anderer Autoren.

Unter Berücksichtigung von Körpergröße und Gewicht kam Du Bois (zit. n. Lit. 5) zu einer neuen Formel für die Körperoberflächenberechnung, der sogenannten "height-weight"-Formel

$$KO = W^{0,425} \cdot H^{0,725} \cdot 71,84$$

oder logarithmiert.

$$KO = \log W \cdot 0,425 + \log H \cdot 0,725 \cdot 1,8564$$

wobei W = Gewicht in Kg und H = Körperlänge in cm.

Diese Formel ist graphisch dargestellt in dem Nomogramm von Du Bois, das heute noch als genaueste und einfachste Berechnung der Körperoberfläche gilt (s. Abbildung 2, Seite 16).

Mit Hilfe dieses Nomogramms stellte Du Bois (gemeinsam mit Aub) neue Normwerte für den GU auf. Die folgende Tabelle (zit. n. Lit. 4) von Aub und Du Bois umfaßt relativ große Altersgruppen und ist daher für klinische Zwecke nur bedingt verwendbar (s. Tabelle 3, Seite 17).

TABELLE 2 (zit. n. Lit. 2)

Alter	Männer Cal/m ² KO . Std.	Frauen Cal/m ² KO . Std.
15	-	42,8
16	43,3	41,2
17	42,6	39,2
18	41,6	38,1
19	40,8	37,2
20	40,4	36,7
21	39,4	36,4
22	38,2	36,3
23	38,5	36,2
24	38,3	36,2
25	38,3	36,2
26	38,3	36,1
27	38,3	36,1
28	38,3	36,1
29	38,3	36,03
30	38,2	36,0
31	38,1	36,0
32	37,9	35,9
33	37,1	35,9
34	36,4	35,9
35	35,8	35,8
36	35,5	35,8
37	35,3	35,8
38	35,3	35,7
39	35,3	35,7
40	35,3	35,7
41	35,3	35,7
42	35,3	35,6
43	35,3	35,5
44	35,3	35,4
45	35,3	35,2
46	35,2	35,0
47	35,2	34,9
48	35,1	34,7
49	35,1	34,5
50	35,1	34,3
51	35,1	34,1
52	35,0	33,9
53	34,9	33,7

TABELLE 2 (Fortsetzung)

Alter	Männer Cal/m ² KO · Std.	Frauen Cal/m ² KO · Std.
54	34,8	33,5
55	34,7	33,3
56	34,7	33,1
57	34,6	32,9
58	34,6	32,7
59	34,6	32,4
60	34,5	32,2
61	34,5	31,9
62	34,4	31,6
63	34,4	31,4
64	34,3	31,1
65	34,2	30,9
66		30,6
67		30,4
68		30,1
69		29,9
70		29,8
71		29,7
72		29,6
73		29,5
74		29,5

ABBILDUNG 2

Nomogramm zur Bestimmung der Körperoberfläche aus Größe und Gewicht' (Erwachsene)

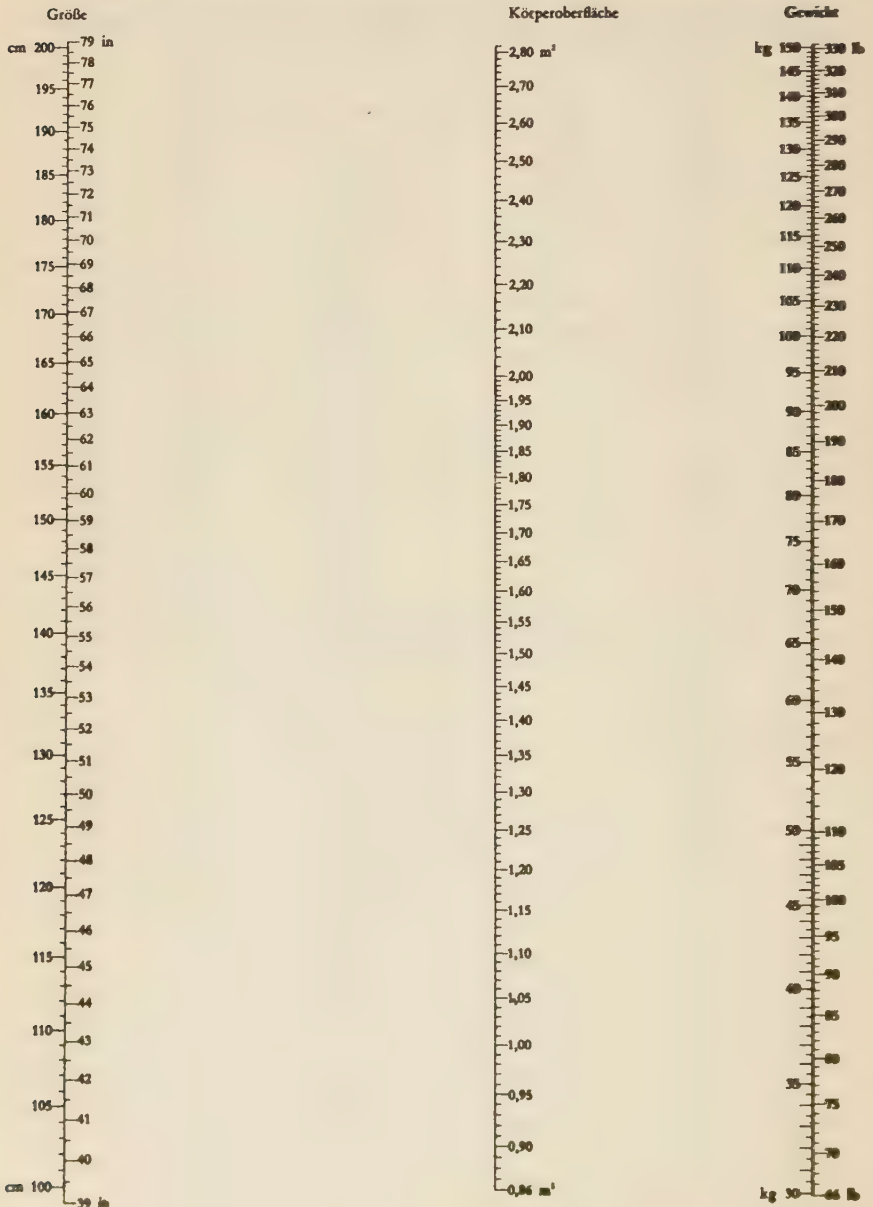


TABELLE 3

Jahre	Männer Cal/m ² KO · Std.	Frauen Cal/m ² KO · Std.
14-16	46,0	43,0
16-18	43,0	40,0
18-20	41,0	38,0
20-30	39,5	37,0
30-40	39,5	36,5
40-50	38,5	36,0
50-60	37,5	35,0
60-70	36,5	34,0
70-80	35,5	33,0

Boothby und Berkson (zit. n. Lit. 2) haben die "Lineare Formel" der Körperoberflächenberechnung mit der "height - weight" Formel von Du Bois verglichen. Sie benutzten sowohl eigene Meßergebnisse, als auch die Werte von Harris und Benedict und kamen eindeutig zu dem Ergebnis, daß den Berechnungen von Du Bois der Vorzug zu geben ist (zit. n. Lit. 2).

Von Boothby, Berkson und Dunn stammen auch die umfangreichsten Untersuchungen über die Normwerte des GU. Sie untersuchten insgesamt 639 Männer und 828 Frauen im Alter von 6 bis 68 Jahren mittels der offenen gasanalytischen Methode und berechneten die Körperoberfläche nach Du Bois (zit. n. Lit. 1). Durch diese große Anzahl untersuchter Personen ist es ihnen gelungen, repräsentative Durchschnittswerte zu ermitteln. Infolge von Streuung der einzelnen Werte wurden durch Angleichung die Durchschnittswerte ermittelt. Die folgende Tabelle stellt diese angeglichenen Durchschnittswerte dar (Tabelle 4) (zit. n. Lit. 1).

TABELLE 4

Standardwerte von Boothby, Berkson und Dunn (6-70)

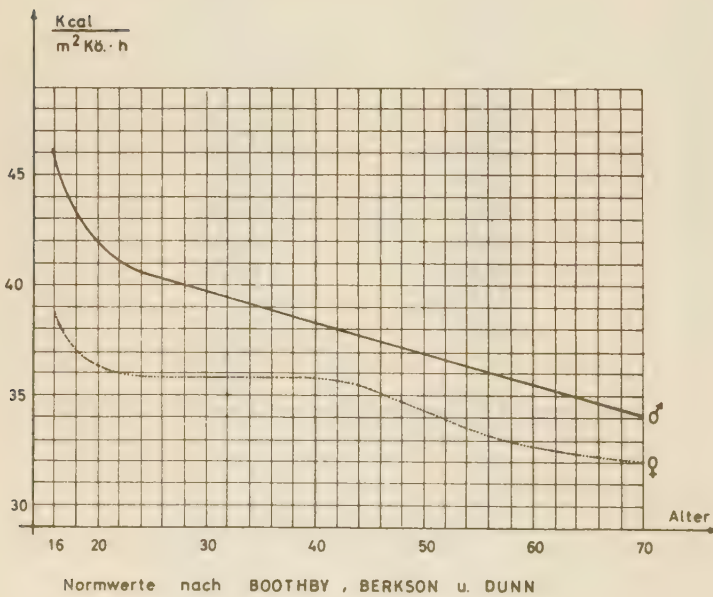
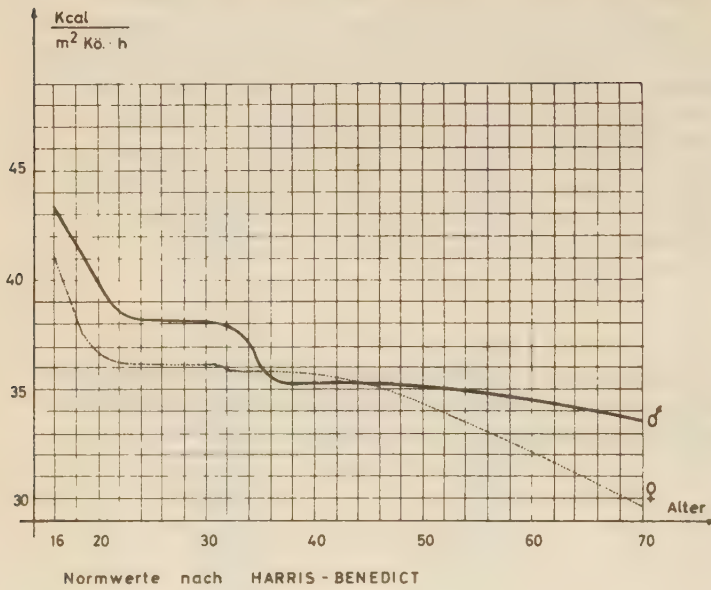
Alter	Männer Cal/m ² KO · Std.	Alter	Frauen Cal/m ² KO · Std.
6	53,00	6	50,62
7	52,45	6 1/2	50,23
8	51,78	7	49,12
8 1/2	51,20	7 1/2	47,84
9	50,54	8	47,00
9 1/2	49,42	8 1/2	46,5
10	48,50	9-10	45,90
10 1/2	47,71	11	45,26
11	47,18	11 1/2	44,80
12	46,75	12	44,28
13-15	46,35	12 1/2	43,58
16	45,72	13	42,90
16 1/2	45,30	13 1/2	42,10
17	44,80	14	41,45
17 1/2	44,03	14 1/2	40,74
18	43,25	15	40,10
18 1/2	42,70	15 1/2	39,40
19	42,32	16	38,85
19 1/2	42,00	16 1/2	38,30
20-21	41,43	17	37,82
22-23	40,83	17 1/2	37,40
24-27	40,24	18-19	36,74
28-29	39,81	20-24	36,18
30-34	39,34	25-44	35,70
35-39	38,68	45-49	34,94
40-44	38,00	50-54	33,96
45-49	37,37	55-59	33,18
50-54	36,73	60-64	32,61
55-59	36,10	65-69	32,30
60-64	35,48		
65-69	34,80		

Im Gegensatz zu den Werten der Tabelle 2 liegen die Werte in der Tabelle 4 für Frauen niemals über denen der Männer. Im Altersbereich vom 17.-22. Lebensjahr liegen die Werte für Frauen etwa um 11 % niedriger als für Männer. Für den Bereich zwischen 22-70 Jahren verringern sich die Werte für Männer langsam. Die Normwerte für Frauen vom 22.-44. Lebensjahr laufen in einer Höhe, um dann wieder steiler bis zum 60. Lebensjahr abzufallen. Dieser Umstand wird mit dem Abnehmen des GU mit Beginn des Klimakteriums erklärt.

Zur größeren Anschaulichkeit werden im folgenden die Tabellen von Harris und Benedict (zit. n. Lit. 5) und von Boothby Berkson und Dunn (zit. n. Lit. 1) graphisch dargestellt miteinander verglichen. (s. Abbildung 3, Seite 20).

Zum Vergleich mit diesen zum Teil recht unterschiedlichen Normwerten wurden nach besonders kritischen Gesichtspunkten Grundumsatzmessungen in der Medizinischen Poliklinik München durchgeführt.

ABBILDUNG 3



METHODIK

In der Medizinischen Poliklinik München wurde bei 57 Männern und 68 Frauen der GU gemessen. Die Versuche wurden im Zeitraum vom 28.5.1965 bis 1.3.1966 durchgeführt. Die Patienten wurden ausschließlich aus der Ambulanz der Medizinischen Poliklinik ausgewählt. Es wurde bei allen Patienten genau darauf geachtet, daß niemand an einer Krankheit litt, die möglicherweise einen Einfluß auf den GU hätte ausüben können (z.B. Hyper- oder Hypothyreose und Diabetes). Auch bei Verdacht auf eine vegetative Dystonie und bei erhöhtem oder erniedrigtem Blutdruck und Puls wurde der Patient von der Untersuchungsreihe ausgeschlossen. Die Patienten litten in der überwiegenden Mehrzahl unter belanglosen Beschwerden. Sie waren meist zu einer Durchuntersuchung in der Klinik erschienen.

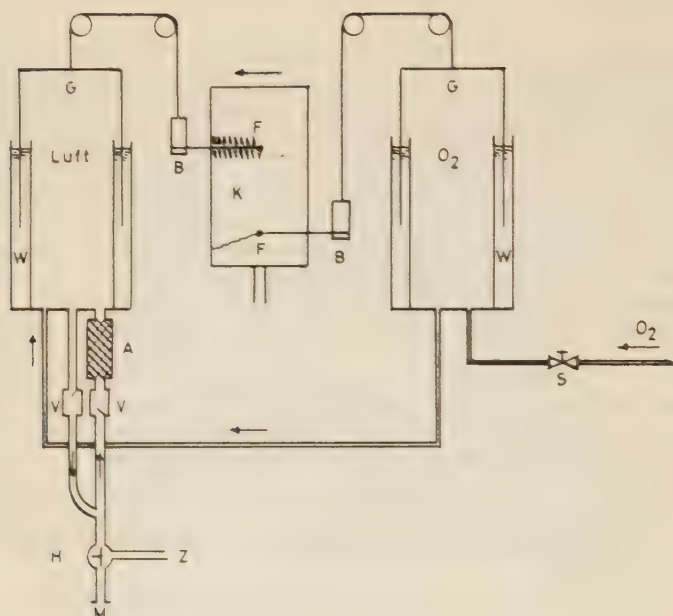
Bei allen untersuchten Patienten wurde der GU morgens zwischen 8,30 Uhr und 10,00 Uhr gemessen. Voraussetzung für sämtliche Untersuchungen waren die schon oben erwähnten GU-Bedingungen:

1. Beginn der Untersuchung ohne vorherige Nahrungsaufnahme.
2. Der Patient ruhte vor der Untersuchung ausgestreckt liegend bei völliger körperlicher und geistiger Ruhe für mindestens eine 3/4 Std.
4. Die Ernährung am Vorabend war möglichst eiweißarm.

Außerdem wurden alle Patienten angehalten, sich am Vorabend der Untersuchung zeitig zur Ruhe zu begeben.

Der GU wurde mit einem Spirometer (Fa. Godart, Amersfoort) gemessen, der auf das Prinzip von Hutschinson zurückgeht. Der Patient atmet aus einer geschlossenen Glocke Luft ein, und atmet die Expirationsluft wieder in die Glocke zurück, wobei die Expirationsluft zuerst einen Kohlendioxyd-Absorber passiert. Das Gasvolumen unter der Glocke wird dabei um den verbrauchten Sauerstoff verringert. Dieser fließt aus einer zweiten Glocke, die reinen Sauerstoff enthält, nach, so daß das Volumen in der Glocke, aus der der Patient atmet, nach jedem Atemzug wieder den ursprünglichen Ausgangswert hat. Durch den Ersatz des verbrauchten Sauerstoffs wird ein Absinken des Sauerstoff-Gehaltes in der Inspirationsluft verhindert.

Um eine erhebliche Mehrarbeit, die durch das stetige Heben und Senken der Luftglocke auftritt, zu vermeiden, hängt die Glocke in einem Wasserbad (W). Über eine einfache Rolle mit Gegengewicht wird das Gleichgewicht hergestellt. Der Widerstand des Kohlendioxyd-Absorbers ist durch eine Umwälzpumpe weitgehend ausgeschaltet. Die Aufhängung der zweiten mit Sauerstoff gefüllten Glocke entspricht der der Atemluftglocke.



Legende:

G: Glocke	V: Atmungsventil
B: Gegengewicht	A: CO ₂ -Absorber
K: Kymograph	H: 2-Wege-Hahn
F: Schreibfeder	M: Mundstück
W: Sperrwasser	Z: Zimmerluft
	S: Absperrventil

Mit diesem Spirometer wird der Sauerstoff-Verbrauch einer Person in einer bestimmten Zeiteinheit ermittelt. Er ergibt sich aus der Sauerstoffmenge, die während des Versuches aus der Sauerstoff-Glocke in die Atemluft-Glocke nachgeflossen ist. Die Menge läßt sich berechnen, indem die Grundfläche der Sauerstoff-Glocke mit ihrem Höhenunterschied vor und nach dem Versuch multipliziert wird. Der Durchmesser der Glocke beträgt 19,6 cm. Ihre Grundfläche beträgt folglich:

$$F = \left(\frac{19,6}{2} \right)^2 \cdot 3,14 = 300 \text{ cm}^2$$

Die Grundumsätze wurden über eine Zeitdauer von 10 min gemessen. Das Volumen des Sauerstoffverbrauchs während der Versuchsdauer (10 min) berechnet man aus dem Produkt der Fläche (300 cm²) mit der Höhendifferenz der Sauerstoffglocke. Nach der Gasgleichung $\frac{V \cdot p}{T} = \text{const.}$

ist das Volumen eines Gases proportional der Temperatur und umgekehrt proportional dem Druck. Dieser Proportionalitätsfaktor beträgt für München (Normalbarometerstand = 715 mm Hg)

$$f = \frac{273 \cdot (715 + p - 760)}{(273 + t) \cdot 760}$$

Dieser Faktor f beträgt im Durchschnitt 0,885, wird aber für jeden GU genau berechnet. Um eine Vergleichsmöglichkeit mit den bekannten Normwerten von Boothby, Berkson und Dunn zu haben, wurde der Sauerstoffverbrauch pro m² Körperoberfläche · min berechnet. (Boothby, Berkson und Dunn berechneten den Sauerstoffverbrauch in Cal/24 Std. Es mußten folglich, um vergleichen zu können, zuvor diese Werte auf O₂ Verbrauch / m² KO · min umgerechnet werden.) Die Körperoberfläche wurde, wie auch von Boothby, Berkson und Dunn, nach dem Nomogramm von Du Bois ermittelt. Die Abweichungen gegenüber den Normwerten von Boothby, Berkson und Dunn sind in % ausgedrückt. Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse, die entsprechend den Normwerten nach Alter und Geschlecht differenziert wurden, dar.

TABELLE 5

Ambulante Grundumsätze Med. Poliklinik München

Frauen

Alter	Anzahl d. untersucht, Personen	GU	Abweich. v.	Mittel d.	Normwert n.	Abweich. d.
		$\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Norm- wert in %	$\frac{\text{GU}}{\text{O}_2 \text{ cm}^3}$ $\frac{\text{cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Boothby $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Mittelwert v. Normwert in %
17	3	143	+ 9	↑	129	-7
		115	-12			
		105	-20			
19	2	124	- 2	↓		
		115	-10			
20	3	120	- 5	↑		
		114	-10			
		110	-13			
21	4	127	+ 6			
		123	- 2			
		119	- 6			
		119	- 6			
22	3	138	+10			
		133	+ 6			
		117	- 6			
23	5	125	+ 0			
		124	- 1			
		122	- 2			
		118	- 6			
24	4	105	-15	121	125	-3,4
		124	- 1			
		124	- 1			
		113	-10			
25	4	109	-13			
		147	+18			
		139	+11			
		110	-12			
26	1	103	-18			
		102	-18			
27	2	136	+ 9			
		123	- 2			
28	3	129	+ 3			
		125	+ 0			
		115	- 8			
30	1	105	-15	118,5	124	-4,5
33	2	130	+ 5			
		125	+ 1			
36	2	105	-15			
		126	+ 1			
39	1	120	- 3			
40	3	121	- 2			
		109	- 8			
		106	-15			

TABELLE 5 (Fortsetzung)

Alter	Anzahl d. untersucht. Personen	GU $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2KO. \text{ min}}$	Abweich. v. Normwert in %	Mittel d. GU $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2KO. \text{ min}}$	Normwert n. Boothby $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2KO. \text{ min}}$	Abweich. d. Mittelwert v. Normwert in %
41	2	127 115	+ 7 - 6			
42	2	130 106	+ 6 -14	118,3	123	-4,5
44	1	126	+ 2			
45	2	116 113	- 6 - 8			
48	1	118	- 2	↓		
49	1	120	+ 0	↑		
50	2	121 112	+ 1 - 6			
51	1	112	- 6			
52	1	103	-13			
53	1	124	+ 6			
54	3	128 115 112	+ 8 - 2 - 4	114,4	118	-3
56	1	107	- 8	↓		
58	1	111	- 3	↓		
60	1	119	+ 4	↑		
61	2	121 120	+ 6 + 5			
70	2	110 105	- 2 - 6	111,3	112	+0
75	1	93	-16	↓		

TABELLE 5 (Fortsetzung)

Ambulante Grundumsätze Med. Poliklinik München

Männer

Alter	Anzahl d. untersucht. Personen	GU $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Abweich. v. Normwert in %	Mittel d. GU $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Normwert n. Boothby $\frac{O_2 \text{ cm}^3}{m^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Abweich. d. Mittelwert v. Normwert in %
17	1	128	-17	137		
19	1	146	± 0			
21	2	136	- 5			
		119	-17			
23	4	140	± 0			
		138	- 2			
		132	- 6			
		128	- 9			
24	5	133	- 5			
		128	- 9			
		128	- 9			
		122	-13			
		113	-19			
25	4	150	± 7			
		138	- 1			
		116	-17			
		112	-20	129	140	- 9
26	5	156	± 12			
		143	± 3			
		139	± 0			
		115	-17			
		105	-24			
27	2	120	-13			
		117	-16			
29	2	147	± 6			
		120	-13			
30	4	136	- 1			
		135	- 1			
		120	-12			
		116	-15			
32	2	150	± 9			
		127	- 7			
34	4	143	± 5			
		134	- 2	128	136	- 6,9
		108	-21			
		107	-21			
35	1	116	-15			
36	3	134	- 1			
		133	- 1			
		126	- 7			
37	1	143	± 7			

TABELLE 5 (Fortsetzung)

Alter	Anzahl d. untersucht. Personen	GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Abweich. v. Normwert in %	Mittel d. GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Normwert n. Boothby $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Abweich. d. Mittelwert v. Normwert in %
40	3	129	- 3	↑		
		128	- 4			
		127	- 5			
41	2	126	- 5	125	132	- 4,8
		115	-14			
45	2	130	± 0			
		121	- 8			
50	2	123	- 4			
		120	- 6			
52	1	123	- 3	127	128	± 0
59	1	143	+15			
60	1	105	-15			
63	1	112	- 9			
69	1	115	- 4	120	120	± 0
70	1	133	+11			
77	1	141	+17			

Da die Anzahl der untersuchten Patienten nicht so groß war, daß von jedem Lebensalter ein Durchschnittswert ermittelt werden konnte, mußten wir uns darauf beschränken, den Durchschnittswert von jeweils einem Dezennium zu berechnen. Diese Werte gibt folgende Tabelle wieder.

TABELLE 6

Grundumsatz von ambulanten Patienten aus der med. Poliklinik München
Männer

Alter	Anzahl d. untersucht. Personen	mittlerer GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO. min}}$	Mittlerer Normwert n. Boothby $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO. min}}$	Abweichung d. Mittel- wert v. Normwert in %
20-29	24	129	142	-9
30-39	15	128	136	-7
40-49	7	125	132	-5
50-59	4	127	128	+0

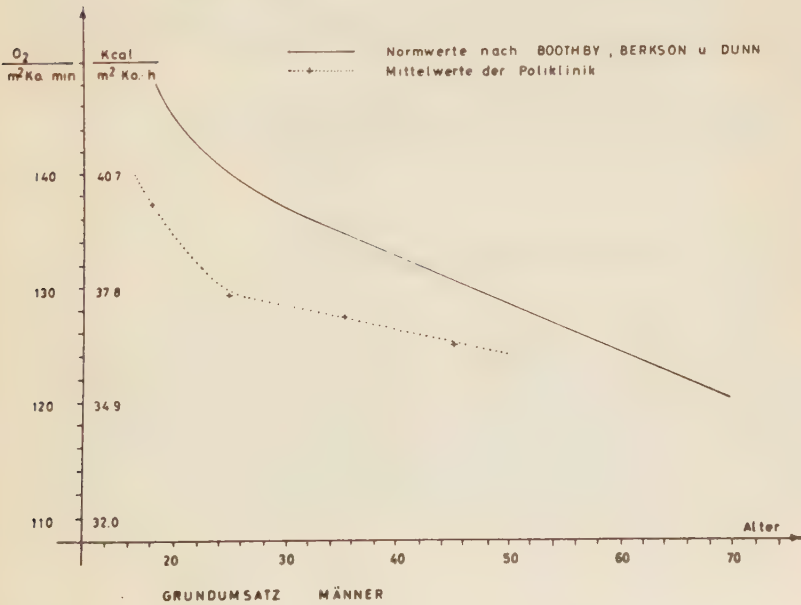
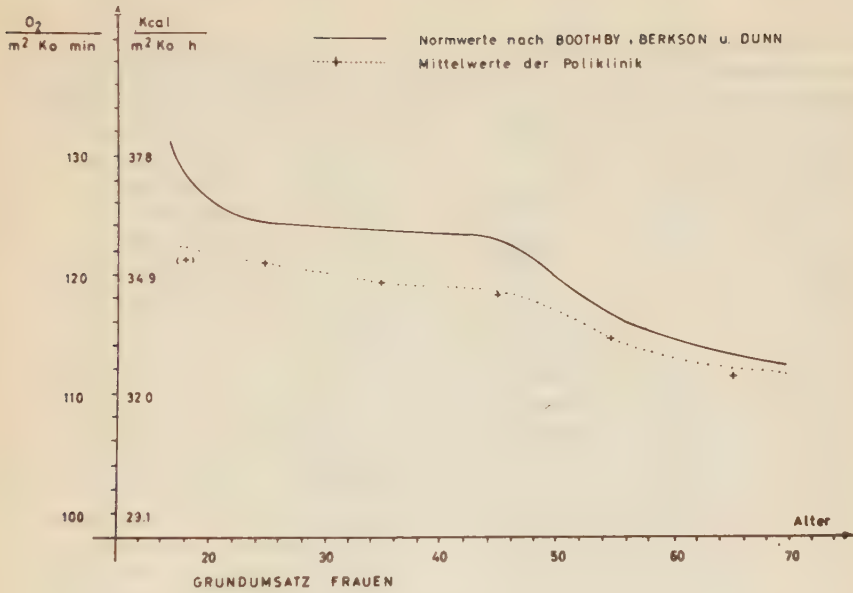
Frauen

17-19	5	121	129	-7
20-29	29	121	125	-3,5
30-39	6	119	124	-4
40-49	12	118	123	-4
50-59	10	114	118	-3
60-75	6	111	112	+0

Unsere Werte sind eindeutig niedriger, als die Werte von Boothby, Berkson und Dunn. Diese Tatsache zeigt sich besonders deutlich in den jüngeren Jahrgängen, also vom 17.-30. Lebensjahr. Bei den Männern weicht in der Altersklasse von 20-29 Jahren der Durchschnittswert um -9 % von dem Normwert ab. Diese erhebliche Abweichung verringert sich mit zunehmendem Alter. So beträgt die Abweichung im dritten Dezennium (30-39) nur noch -7 %, um im vierten Dezennium (40-49) auf -5 % abzufallen. Im fünften Dezennium stimmen die Normwerte von Boothby, Berkson und Dunn mit den von uns ermittelten Durchschnittswerten überein.

Bei den Frauen sind die Verhältnisse ähnlich. Die Abweichungen sind aber nicht so stark. Im Alter von 17-19 Jahren beträgt sie -7 %, um vom zweiten bis einschließlich fünften Dezennium konstant auf -4 % (-3,5 %) zu bleiben. Im Alter von über 60 Jahren stimmen die Werte, wie auch bei den Männern, wieder überein. Die folgende Abbildung soll diese Verhältnisse bildlich darstellen.

ABBILDUNG 5



DISKUSSION

Auf Grund unserer Ergebnisse darf man, wenn auch wegen der begrenzten Anzahl von Versuchspersonen mit gewisser Vorsicht, den Schluß ziehen, daß die Werte von Boothby, Berkson und Dunn nicht den wirklichen Normwerten entsprechen, sondern zu hoch liegen. Boothby, Berkson und Dunn, nämlich, haben bei der mehr als zehnfachen Anzahl Patienten den GU gemessen. Auffällig ist aber die Tatsache, daß die Normwerte anderer Autoren (Aub und Du Bois (zit. n. Lit. 4), Harris und Benedict (zit. n. Lit. 5) und Fleisch (zit. n. Lit. 8)) ebenfalls niedriger liegen als die Werte von Boothby, Berkson und Dunn. Die Möglichkeit, daß der Patient zusätzlich Sauerstoff aus der Spirometerglocke verbraucht, ohne daß die entsprechende Menge aus der Sauerstoffglocke nachfließt, könnte vielleicht eine Erklärung für diese Diskrepanz geben. Es müßte sich dann das Luftvolumen unter der ersten Glocke um diesen Betrag vermindern. Die Luftglocke blieb aber bei jeder Messung über die gesamte Versuchsdauer auf gleicher Höhe. Wenn sich die Glocke trotzdem um ein oder zwei Millimeter gehoben oder gesenkt hatte, so wurde dieses in der Berechnung des Sauerstoffverbrauchs berücksichtigt. Um aber diese Fehlerquelle ganz sicher auszuschalten, wurde zusätzlich noch der Sauerstoffgehalt der Luft in der Spirometerglocke nach der GU-Messung festgestellt. Wenn ein Sauerstoffdefizit besteht, so muß die Spirometerluft nach dem Versuch einen erheblich niedrigeren Sauerstoffgehalt haben als vorher. Geringe Abweichungen bis zu $1/2\%$ können vernachlässigt werden, da sie bei der Ausatmung entstehen, bis der gesamte Sauerstoff nachgeflossen ist.

Die Messungen des prozentualen Sauerstoffgehalts wurden nach dem Prinzip von Scholander (zit. n. Lit. 7) durchgeführt.

Ergebnisse der Sauerstoffanalysen nach dem Prinzip von Scholander

Es wurde von insgesamt 15 Personen die Luft aus der Spirometerglocke auf ihren Sauerstoffgehalt untersucht. Bei allen Personen wurde direkt zuvor der Grundumsatz für mindestens 10 min gemessen. Jede Luftprobe wurde doppelt analysiert (4 Analysen wurden dreifach bestimmt). Außerdem wurde in 4 Fällen der Sauerstoffgehalt der Luft in der Spirometerglocke direkt vor dem Grundumsatz gemessen, und in 4 weiteren Fällen der Sauerstoffgehalt der Zimmerluft analysiert.

TABELLE 7 a
Ergebnisse der O₂ Analyse nach dem GU

Nr.	Dauer d. GU (min)	O ₂ Gehalt %	Mittel- wert	Abweichung vom Mit- telwert	
				in %	absolut
1	10	1) 21,185	21,169	0,17	+ 0,539
		2) 21,151			
2	10	1) 20,960	20,960	0,005	+ 0,384
		2) 20,959			
3	10	1) 22,470	22,461	0,090	+ 1,885
		2) 22,452			
4	10	1) 22,162	22,051		+ 1,475
		2) 22,111			
		3) 21,981			
5	10	1) 19,916	19,922		- 0,654
		2) 19,916			
		3) 19,895			
6	10	1) 20,208	20,157	0,510	- 0,401
		2) 20,106			
7	10	1) 20,168	20,157		- 0,401
		2) 20,158			
		3) 20,147			
8	10	1) 20,099	20,061		- 0,515
		2) 20,085			
		3) 19,999			
9	10	1) 19,201	19,171	0,295	- 1,405
		2) 19,142			
10	10	1) 20,130	20,166	0,104	- 0,410
		2) 20,103			
11	10	1) 20,160	20,147	0,130	- 0,429
		2) 20,134			
12	15	1) 20,086	20,700	0,110	+ 0,124
		2) 20,064			
13	15	1) 20,147	20,131	0,160	- 0,445
		2) 20,115			
14	10	1) 20,760	20,740	0,205	+ 0,164
		2) 20,721			
15	10	1) 20,711	20,702	0,090	+ 0,126
		2) 20,693			
		Mittelwert:	20,576		+ 0,627

TABELLE 7b

Ergebnisse der O₂ Analyse vor dem GU
(Luft aus der Spirometerglocke)

Datum	O ₂ Gehalt %	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert	
			in %	absolut
8.10.65	1) 20,796	20,743	0,530	+ 0,027
	2) 20,690			
11.10.65	1) 20,695	20,690	0,050	- 0,026
	2) 20,685			
	Mittelwert:	20,726		

TABELLE 7c

Ergebnisse der O₂ Analyse der Zimmerluft

Datum	O ₂ Gehalt %	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert	
			in %	absolut
29.9.65	1) 20,728	20,729	0,010	- 0,005
	2) 20,730			
30.9.65	1) 20,719	20,739	0,205	+ 0,005
	2) 20,760			
	Mittelwert:	20,734		

Die Untersuchung der Luft in der Spirometerglocke ergab vor der Messung des GU im Mittel 20,716 % Sauerstoff -nach der GU-Messung 20,576 %. Die Differenz beträgt 0,140 %. Diese Verminderung ist dadurch erklärt, daß beim Ausschalten des Patienten aus dem Spirometerkreislauf noch Luft in die Glocke ausgeatmet wird, ohne daß der beim letzten Atemzug verbrauchte Sauerstoff vielleicht noch nicht in vollem Umfang nachgeflossen wäre.

Diese technische Fehlerquelle, die das Ergebnis der GU-Messung beeinflussen könnte, ist also eindeutig auszuschließen.

Boothby (zit. n. Lit. 1) hat auf die Tatsache hingewiesen, daß der GU eines Patienten bei wiederholter Messung bis zu 10 % niedriger ist, als bei der ersten Bestimmung. Zöllner (zit. n. Lit. 6) erklärt dies mit der Gewöhnung an echte Ruhebedingungen. Aus diesem Grunde wurden die "Normalwerte" von Boothby, Berkson und Dunn nur unter Berücksichtigung der ersten Untersuchung gewonnen. Hiermit können unsere niedrigen GU auch nicht erklärt werden, da alle Werte ausschließlich auch durch Erstuntersuchungen gewonnen wurden.

Zöllner (zit. n. Lit. 6) machte den Vorschlag, für klinische Zwecke nicht die "Normwerte" von Boothby, Berkson und Dunn sondern die von Fleisch zu benutzen.

TABELLE 8

Standardwerte nach Fleisch (zit. n. Lit. 6)

Alter	Männer $O_2 / m^2 KO \cdot min$	Frauen $O_2 / m^2 KO \cdot min$
16	142,0	127,0
18	137,5	123,2
20	133,0	121,5
25	129,0	121,0
30	126,5	120,5
35	125,5	120,0
40	124,5	120,0
45	124,0	119,5
50	123,0	116,5
55	121,5	114,5
60	120,0	112,0
65	118,0	110,5
70	116,0	109,0
75	114,0	107,5
80	113,5	106,0

Um die Normwerte von Fleisch mit unseren Ergebnissen vergleichen zu können, wurden die Werte von Fleisch auf den Sauerstoffverbrauch (cm^3)/min. umgerechnet. Außerdem wurden die Durchschnittswerte für jeweils ein Dezennium berechnet.

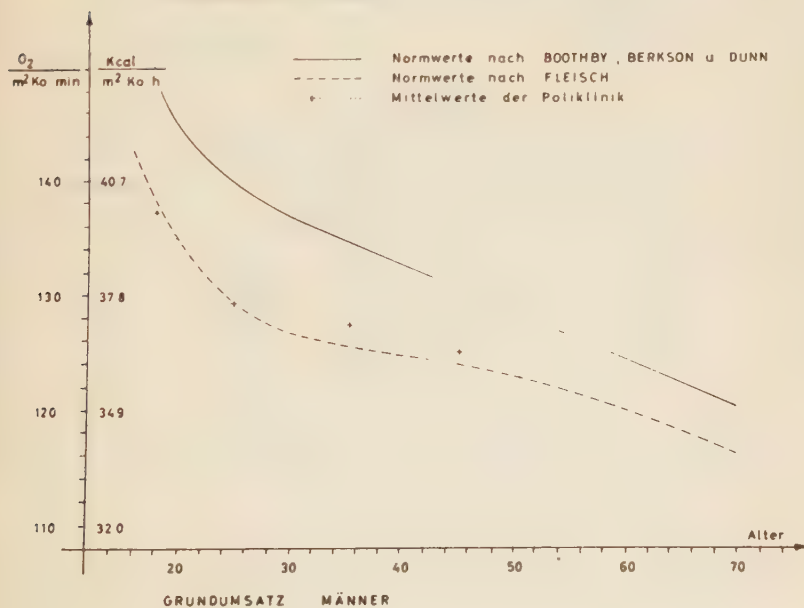
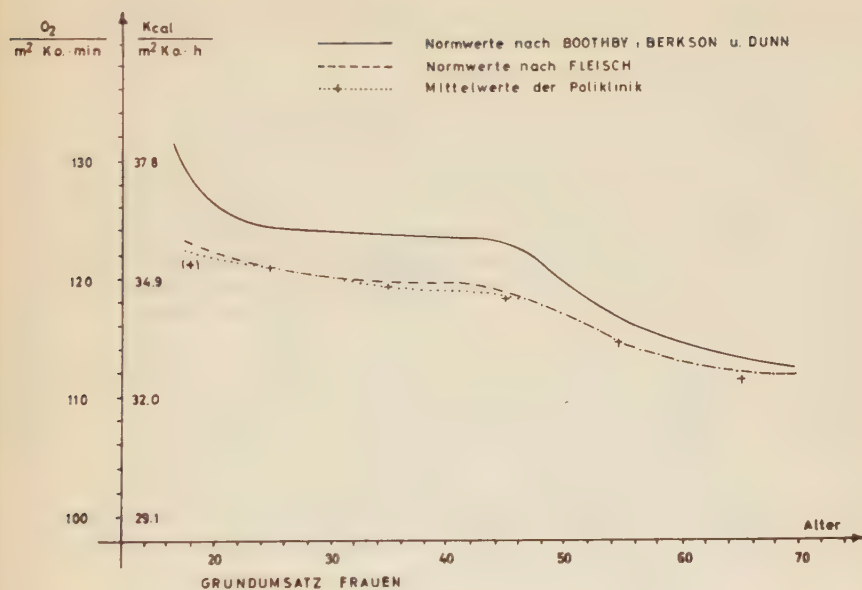
TABELLE 9

Gegenüberstellung der Normwerte von Fleisch mit den Ergebnissen der Poliklinik

Alter	Männer		Frauen	
	Normwert	Durchschn.	Normwert	Durchschn.
	n. Fleisch	d. Polikl.	n. Fleisch	d. Polikl.
	$\text{O}_2 \text{ cm}^3$	$\text{O}_2 \text{ cm}^3$	$\text{O}_2 \text{ cm}^3$	$\text{O}_2 \text{ cm}^3$
	$\text{m}^2\text{KO} \cdot \text{min}$	$\text{m}^2\text{KO} \cdot \text{min}$	$\text{m}^2\text{KO} \cdot \text{min}$	$\text{m}^2\text{KO} \cdot \text{min}$
16	142		127	
18	138	137	123	121
20-29	129	129	121	121
30-39	126	128	120	119
40-49	124	125	119	118
50-59	122	127	114	114
60-69	118	120	112	111
70-80	115			

Ein Vergleich der Werte dieser Tabelle zeigt, daß die Normwerte von Fleisch sehr gut mit unseren Ergebnissen übereinstimmen. Im folgenden Schema werden diese beiden Tabellen graphisch nebeneinander dargestellt.

ABBILDUNG 6



Nur der Durchschnittswert für Männer im Alter von 50-59 weicht stärker (4 %) von den Normwerten Fleisch's ab. Diese Tatsache beruht wahrscheinlich darauf, daß wir in dieser Altersgruppe nur vier Personen untersucht haben.

Es zeigt sich also, daß es sinnvoll ist, für klinische Zwecke, die von Zöllner vorgeschlagenen Normwerte von Fleisch zu verwenden.

Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß, sowohl nach Boothby, Berkson und Dunn, als auch nach eigener Erfahrung, der GU bei Zweit- und Drittmessungen noch weiter sinkt. Bei gesunden Menschen jedoch liegt der GU unter den in der Methodik geschilderten Voraussetzungen schon in der ersten Messung so niedrig, wie Fleisch angibt. Ein weiteres Absinken des GU bei Mehrfachmessungen ist selbstverständlich klinisch zu berücksichtigen.

In der Methodik wurde bereits erwähnt, daß dieser Arbeit nur die Untersuchungsergebnisse von ambulanten Patienten zu Grunde liegen. Es standen jedoch außerdem die GU-Ergebnisse von 199 stationären Patienten zur Verfügung (128 Männer 17-80 Jahre alt, 71 Frauen 14-73 Jahre alt). Diese wurden mit den GU-Werten der ambulanten Patienten verglichen. Dabei hat sich gezeigt, daß die Werte der Frauen (ambulant und stationär) nahezu identisch sind, und die Werte der stationären Männer um weniger als 3 % höher liegen als die der ambulanten Männer.

TABELLE 10

GRUNDUMSÄTZE

Ambulante Patienten

Stationäre Patienten

Männer

Alter	Anzahl d. amb. Pat.	Durchschn. Alter	Durchschn. GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Anzahl d. stat. Pat.	Durchschn. Alter	Durchschn. GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$
17-19	2	18	137,0	-	-	-
20-29	24	25,7	129,0	12	25,45	136,0
30-39	15	35,2	128,0	17	35,5	130,75
40-49	7	46,35	125,0	29	46,0	128,5
50-59	4	55,75	127,0	46	56,4	131,5
60-69	3	66		24	65,5	125,0
70-80	2			-		
	57			128		

Ambulante Patienten

Stationäre Patienten

Frauen

Alter	Anzahl d. amb. Pat.	Durchschn. Alter	Durchschn. GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$	Anzahl d. stat. Pat.	Durchschn. Alter	Durchschn. GU $\frac{\text{O}_2 \text{ cm}^3}{\text{m}^2 \text{ KO} \cdot \text{min}}$
17-19	5	18	121,0	6	16,7	126,7
20-29	29	26,15	121,0	11	25,1	119,5
30-39	6	37	119,0	11	34,8	119,5
40-49	12	46,05	118,0	18	45,0	119,0
50-59	10	55,75	114,0	19	56,05	110,5
60-69	3	61	111,0	6	66,1	111,6
70-80	3	71,6	-	-	-	-
	68			71		

ZUSAMMENFASSUNG

In der Ambulanz der Medizinischen Poliklinik in München wurde der Grundumsatz bei 57 Männern und 68 Frauen gemessen. Alle Patienten waren vom Stoffwechsel her gesehen gesund. Es wurde ausschließlich die erste Messung des Grundumsatzes gewertet. Der Grundumsatz jedes Patienten wurde morgens nüchtern zwischen 8,30 Uhr und 10,00 Uhr gemessen.

Die Ergebnisse wurden mit den Normwerten von Boothby, Berkson und Dunn verglichen. Es hat sich gezeigt, daß unsere Ergebnisse besonders in den jüngeren Jahrgängen niedriger waren.

Ein Vergleich mit den Normwerten von Fleisch ergab eine fast genaue Übereinstimmung mit den Werten der Poliklinik.

Für klinische Zwecke sollten daher die Grundumsätze mit den Normwerten von Fleisch verglichen werden.

Es wurde festgestellt, daß die Grundumsätze der stationären und ambulanten Patienten weitgehend übereinstimmen.

Besonders herzlich möchte ich Herrn Prof. Dr. N. ZÖLLNER für die Überlassung des Themas danken.

Außerdem bin ich Herrn Prof. Dr. W. SEITZ zu Dank verpflichtet, daß ich in seiner Klinik die Grundumsatzmessungen habe durchführen dürfen.

Herrn Dr. J. MEIER danke ich für die freundliche Unterstützung bei diesen Untersuchungen.

L I T E R A T U R

- 1) Boothby, W. M., Berkson, J., Dunn, H. L.:
 Studies of the Energy of Metabolism of normal
 Individuals.
 A standard for Basal-Metabolism, with a nomogram
 for Clinical Application.
 Amer. J. Physiol. 116 (1936) 468
- 2) Berkson, J., Boothby, W. M.:
 Studies of the Energy of Metabolism of normal
 Individuals.
 A comparison of the estimation of Basal-Metabolism
 from (1) a Linear Formula and (2) "Surface Area"
 Amer. J. Physiol. 116 (1936) 485
- 3) Du Bois, E. F.: The Metabolism of Boys 12 and 13 years old
 compared with the Metabolism of other Ages.
 Arch. Int. Med. 17 (1916) 887
- 4) Gephart, F. C., Du Bois, E. F.:
 The Basal Metabolism of normal Adults with spe-
 cial Reference to Surface Area
 Arch. Int. Med. 17 (1916) 902
- 5) Geigy, J. R.: Wissenschaftliche Tabellen
 Verlag J. R. Geigy S. A. Basel (1953)
- 6) Reichel, H., Bleichert, A.:
 Leitfaden der Physiologie des Menschen
 Enke Verlag Stuttgart (1962)
- 7) Scholander, P. F.:
 J. Biol. Chem. 167 (1947) 235
- 8) Zöllner, N.: Tannhausers Lehrbuch des Stoffwechsels und der
 Stoffwechsel-Krankheiten
 Thieme Verlag Stuttgart (1957)
- 9) Zöllner, N.: Die Diagnostik häufiger Formen der Atmungsinsuf-
 fizienz mit einfachen spirometrischen Methoden
 D. med. Wschr. 83 (1958) 1815

L E B E N S L A U F

Ich wurde am 28.5.1942 als Tochter des Medizinalrates Dr. med. Wilhelm Wille und seiner Ehefrau Elisabeth Wille geb. Tereszkiewicz als fünftes Kind in Stettin geboren.

1945 flüchtete meine Familie aus Stettin nach Bargtheide in Schleswig-Holstein. 1948 wurde ich in die dortige Grundschule eingeschult. Von 1952 bis 1961 besuchte ich das Stormarn-Gymnasium in Ahrensburg. Nach der Reifeprüfung in Ahrensburg begann ich 1961 mit dem Medizinstudium an der Hamburger Universität, wo ich dann im Wintersemester 1963/64 das Physikum ablegte. Das erste klinische Semester studierte ich als Austauschstudent in Berlin an der Freien Universität. Seit dem Wintersemester 1964/65 studiere ich an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Zur Zeit lege ich hier das medizinische Staatsexamen ab. Nach abgeschlossener Medizinalassistentenausbildung beabsichtige ich, die Praxis meines Vaters zu übernehmen.

Seit dem 31.5.1966 bin ich mit dem Architekturstudenten Detlef Ahlers verheiratet.

